

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-45809

(43)公開日 平成11年(1999) 2月16日

(51)Int.Cl.⁸

H 0 1 F 17/00

41/04

識別記号

F I

H 0 1 F 17/00

41/04

D

C

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 5 頁)

(21)出願番号

特願平9-214028

(22)出願日

平成9年(1997) 7月24日

(71)出願人 000204284

太陽誘電株式会社

東京都台東区上野6丁目16番20号

(72)発明者 小林 啓一

東京都台東区上野6丁目16番20号 太陽誘

電株式会社内

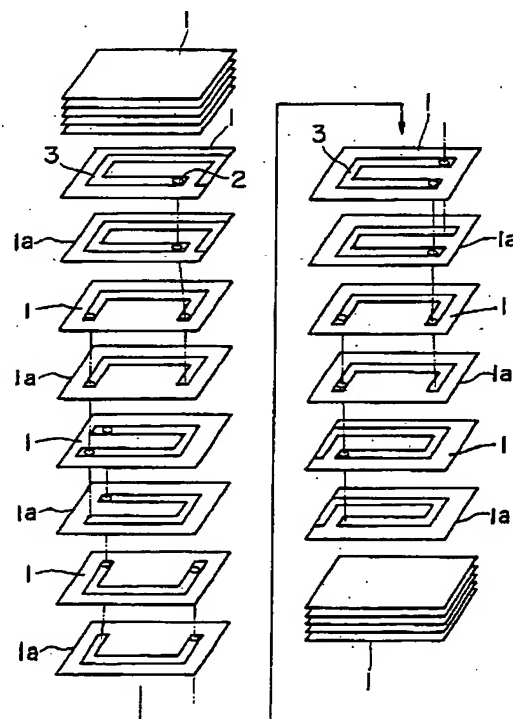
(74)代理人 弁理士 丸岡 政彦

(54)【発明の名称】 積層インダクタンス素子とその製造方法

(57)【要約】

【課題】 従来の二重コイル導体を有する積層インダクタでは、製品中にインダクタンス値の低いものやクラックを生じているものが含まれ、歩留りと信頼性が低い。

【解決手段】 フェライト原料粉末にPVA水溶液を加えてボールミルで混合攪拌し、ドクターブレード法でフェライトグリーンシートを作製する。作製するシートはA、Bの2種類であり、シートAには例えば重合度800のPVAを、シートBには例えば重合度1700のPVAを使用する。作製したシートにはスルーホール2を形成し、コイル用パターン3を内部電極として印刷し、積層インダクタを作製する。この積層インダクタは二重のスパイラル構造を有するが、2重の内部電極印刷のうち一方(図の緩衝シート1a)にシートBを用いる。残りの部分は、ダミー層も含めてシートA(図の通常シート1)である。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 積層体に内設されたコイル導体がスルーホール導体で接続して部分的に複数に分岐し、分岐したコイル導体末端が再びスルーホール導体で接続して合流することを繰り返して全体として1つのコイルが構成されるようにした積層セラミックインダクタにおいて、少なくともスルーホール導体末端と接するセラミック層が他の層を構成するセラミック層より多孔質であることを特徴とする積層インダクタ素子。

【請求項2】 スルーホールを形成したセラミックグリーンシート上に導電ペーストでコイル導体パターンを形成し、同一コイル導体パターンを有するグリーンシートが少なくとも2層重なるように積層・圧着し、焼成することによって、積層体に内設されたコイル導体がスルーホール導体で接続して部分的に複数に分岐し、分岐したコイル導体末端が再びスルーホール導体で接続して合流することを繰り返して全体として1つのコイルが構成されるようにした積層セラミックインダクタの製造方法において、少なくともスルーホール導体末端に接するセラミック層の形成と他の層を構成するセラミック層の形成にそれぞれ重合度の異なるバインダーを用いることを特徴とする積層インダクタ素子の製造方法。

【請求項3】 スルーホール導体末端に接するセラミック層の形成に用いるバインダーが重合度1300以上3000以下のポリビニルアルコール（PVA）またはポリビニルブチラール（PVB）であることを特徴とする請求項2記載の積層インダクタ素子の製造方法。

【請求項4】 スルーホール導体接続の導体末端に接するセラミック層の形成に用いるバインダーとしてのPVAまたはPVBの重合度が他の層を構成するセラミック層の形成に用いるバインダーとしてのPVAまたはPVBの重合度より500以上高いことを特徴とする請求項2または請求項3記載の積層インダクタ素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、積層インダクタ素子とその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 積層チップインダクタには小形化と高性能化が要求され、積層チップインダクタを構成するセラミック層の厚さは、セラミック層上に形成する導体層の厚さとほぼ同程度にまで薄くなってきている。また、コイルに流れる電流の許容電流値の向上やQ値の向上が要望され、その対策として、コイル導体を二重に形成しコイル導体の直流抵抗を低下させ、併せてQ値を向上させる手段が提案されている。例えば実開平5-57817号においては、図2に示すように、フェライトシート片1の必要な箇所にスルーホール2を設けた後、導体ペーストでコイル用パターン3を印刷し、同一のコイル用パ

2

ターンを形成したシートを2枚ずつ重ね合わせて積層することによって、コイル導体の一部を2筋に分岐し、いわゆる二重コイル導体を形成し、スルーホール導体で接続することを繰り返して一個のコイルを形成している。この他の例として、同一のコイル用パターンを形成したシートを2枚ずつ重ね合わせて積層しコイル導体末端で接続する例などが提案され、これによって許容電流値の向上やQ値の向上が図られるとしている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来の二重コイル導体を有するインダクタを多数製造すると、その中にインダクタンス値が低くなるものが含まれていたり、クラックが生じているものが含まれていたりして、歩留りと信頼性が低下すると言う課題があった。発明者等は、その原因を究明したところ、積層・圧着の際にスルーホール接続部分とその上下に位置するセラミック層を押し破り、セラミック層が押し破られると、隣接するコイル導体が接触して導通し、見掛上コイルの巻数が減少して、いわゆるターン抜けといわれるように大幅にインダクタンス値を低下させたり、導通に至るまで破損しなくても、その近傍にクラックを生じ、耐電圧、耐湿性の信頼性を低下させていることを見いだした。本発明の目的は、スルーホール接続部分の上下に緩衝作用を有するセラミックグリーンシートを介在させて、積層・圧着の際に生ずる上記課題を解消した積層インダクタ素子とその製造方法を提供することにある。

【0004】

【課題を解決するための手段】 本発明者は上記の課題を解決するため試行錯誤の結果、スルーホール導体末端に接するセラミック層をより多孔質にすることによって高歩留りで信頼性の高い積層セラミックインダクタを製造する方法を見だし、本発明の積層セラミックインダクタとその製造方法を提供することができた。すなわち、本発明は第1に、積層体に内設されたコイル導体がスルーホール導体で接続して部分的に複数に分岐し、分岐したコイル導体末端が再びスルーホール導体で接続して合流することを繰り返して全体として1つのコイルが構成されるようにした積層セラミックインダクタにおいて、少なくともスルーホール導体末端と接するセラミック層（以下緩衝シートと言う）が他の層を構成するセラミック層（以下通常シートと言う）より多孔質であることを特徴とする積層インダクタ素子であり、第2に、スルーホールを形成したセラミックグリーンシート上に導電ペーストでコイル導体パターンを形成し、同一コイル導体パターンを有するグリーンシートが少なくとも2層重なるように積層・圧着し、焼成することによって、積層体に内設されたコイル導体がスルーホール導体で接続して部分的に複数に分岐し、分岐したコイル導体末端が再びスルーホール導体で接続して合流することを繰り返して全体として1つのコイルが構成されるようにした積

(3)

3

層インダクタンス素子の製造方法において、前記緩衝シートの形成と前記通常シートの形成に重合度の異なるバインダーを用いることを特徴とする積層インダクタンス素子の製造方法であり、第3に、前記緩衝シートの形成に用いるバインダーが重合度1300以上3000以下のポリビニルアルコール（PVA）またはポリビニルブチラール（PVB）であることを特徴とする前記積層インダクタンス素子の製造方法であり、第4に、前記緩衝シートの形成に用いるバインダーとしてのPVAまたはPVBの重合度が通常シートの形成に用いるバインダーとしてのPVAまたはPVBの重合度より500以上高いことを特徴とする前記の積層インダクタンス素子の製造方法である。

【0005】

【発明の実施の形態】本発明に係わるスルーホール接続導体部分は、同一のコイル用パターンを形成したシートを例えば二枚ずつ重ね合わせてその末端をスルーホール導体で接続し、コイル導体の一部を2筋に分岐する、いわゆる二重コイル導体を形成しているのので、スルーホール形成部分は3ホール重なることになり、従来のものよりスルーホール接続導体部分が厚い重なりとなる。従ってそれらのセラミックグリーンシートを重ね合わせて圧着する時に圧着による応力がスルーホール導体端部に集中し、スルーホール接続導体部分の上下でその応力を受ける。

【0006】本発明の方法では、図1に示すように、スルーホール接続導体部分の上下に位置するセラミックグリーンシートに、重合度の高いバインダーを用いて形成したセラミックグリーンシートを緩衝シート1aとして使用する。重合度の高いバインダーを用いたこの緩衝シート1aは可撓性に富むので、これを前記応力を受けるセラミック層に配することによって前記応力をこの層で吸収して当該セラミックグリーンシートの破損を回避することが出来る。また、セラミックグリーンシートを積層して脱バインダー処理を施す際、重合度の異なるバインダーを用いたグリーンシートの脱バインダー速度はバ*

4

*インダーの重合度によって異なる。すなわち、重合度の低いバインダーは低温で分解・燃焼し、重合度の高いバインダーは高温で分解・燃焼する。従って積層体の脱バインダーが低温の段階から徐々に行われ、重合度の高いバインダーが分解・燃焼するときには、すでにその周囲に十分な空隙が形成されているので、急激な分解・燃焼が起こり難くなり、なだらかな脱バインダー処理が成され、したがってクラック等が発生しない。以下実施例についてさらに本発明を詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0007】

【実施例1】Ni-Zn系フェライト原料粉末3Kgに対して、PVA（ポリビニルアルコール）の20%水溶液1.5Kgを加えてボールミルで20時間混合攪拌し、ドクターブレード法でフェライトグリーンシートを作製した。作製したシートはA、Bの2種類であり、シートAは重合度800のPVAを使用したシート厚30μmのフェライトグリーンシート（図1、2に示す通常シート1に該当する）であり、シートBは重合度1700のPVAを使用したシート厚30μmのフェライトグリーンシート（図1に示す緩衝シート1aに該当する）である。作製したシートにはスルーホール形成を行って、内部電極ペーストを印刷し、積層インダクタを作製した。チップIの作製にはシートAだけを用い、ダブルスパイラル構造とした。チップIIもダブルスパイラル構造であるが、2重の内部電極印刷のうち一方（図1の緩衝シート1a）にシートBを用いた。残りの部分は、ダミー層も含めてシートAである。すなわちチップIは従来のダブルスパイラル構造のインダクタ（図2）であり、チップIIは本発明品（図1）である。

【0008】完成品300個について、L値、Q値、R_{DC}値、焼成後のクラック個数、及びターン抜け個数を評価した。その結果を表1に示す。

【0009】

【表1】

| | シート構成 | L値 μH | Q値 | R _{DC} 値 Ω | クラック | ターン 抜け |
|----------------|---------------------------|----------|------|------------------------|-------|-----------|
| チップI (従来法) | 低重合度バインダー使用のシートのみ 30μm厚 | 0.0901 | 25.5 | 0.068 | 5/300 | 19/300 |
| チップII (発明法) | 低・高重合度バインダー使用のシート混合 30μm厚 | 0.0990 | 25.6 | 0.065 | 0/300 | 0/300 |

【0010】チップII（本発明品）ではクラックもターン抜けも見られない上、L値の向上が認められる。この結果をもとに緩衝シート用バインダーの重合度の適正範

囲を見るため次の実験を行った。

【0011】

【実施例2】重合度が600～5000と称せられるP

(4)

5

V Aを表2に示すように段階的に9種類用意し、それぞれのPVAの20wt%水溶液をバインダー溶液として準備した。Ni-Zn系フェライト原料粉末3Kgに対して、前記バインダー溶液を1.5Kg加えてボールミルで20時間混合攪拌して、前記9種類のバインダーを用いたそれぞれのスラリーを用意し、ドクターブレード法によって30 μ mのフェライトグリーンシートを形成した。フェライトグリーンシートは、使用したバインダーの重合度をそのまま表記してグリーンシート名とした。これらのフェライトグリーンシートにスルーホールを形成してコイル導体を印刷した。これらの準備ができたなら、バインダー重合度が800のグリーンシートを基準として、他のグリーンシートとの組み合わせで積層インダクタを構成した。即ち、表2の緩衝シートバインダーの重合度800の欄は、従来例に相当し、全てのシートに重合度800のバインダーを用いたシートを使用して積層インダクタを構成したことを示し、緩衝シート用*

6

*バインダー重合度1300の欄は、スルーホール端末に接触するグリーンシートに重合度1300のバインダーを用いたシートを使用して図1のようなコイル構成にすると、スルーホール導体端末に接するシートに緩衝シートを配するように考慮して重合度800のバインダーを用いたグリーンシートすなわち通常シート1と重合度1300のバインダーを用いたグリーンシートすなわち緩衝シート1aとが交互に重なり、積層インダクタを構成したことを示す。

10 【0012】本積層インダクタンス素子について、無作為に選択した300個を選んで、インダクタンス(L)値、Q値、コイルの直流抵抗値(R_{DC})を測定し、その平均値を表2に示した。前記L値の測定において、コイル巻数の変動と思われる大幅なL値の変動を示したものの個数をターン抜けとして表2に示した。

【0013】

【表2】

| 緩衝シート バインダー の重合度 | 通常シート バインダー の重合度 | L 値 μ H | Q 値 | R _{DC} 値 Ω | クラ ック | ター ン 抜 け |
|------------------------|------------------------|----------------|------|-------------------------------|----------|-------------------|
| 600 | 800 | 0.0813 | 25.5 | 0.063 | 9/300 | 43/300 |
| 800 | 800 | 0.0901 | 25.5 | 0.068 | 5/300 | 19/300 |
| 1300 | 800 | 0.1022 | 25.4 | 0.064 | 0/300 | 0/300 |
| 1700 | 800 | 0.0990 | 25.6 | 0.065 | 0/300 | 0/300 |
| 2000 | 800 | 0.1022 | 25.4 | 0.065 | 0/300 | 0/300 |
| 2500 | 800 | 0.1023 | 25.4 | 0.063 | 0/300 | 0/300 |
| 3000 | 800 | 0.1010 | 25.3 | 0.062 | 0/300 | 0/300 |
| 4000 | 800 | 0.0923 | 25.2 | 0.063 | 0/300 | 0/300 |
| 5000 | 800 | 0.0835 | 25.4 | 0.062 | 0/300 | 0/300 |

【0014】これとは別に、無作為に300個の積層インダクタンス素子を選択し、研磨してクラックの有無を観察し、クラックのある製品の個数をクラックとして表2の該当欄に示した。

【0015】この表から、バインダー重合度600のグリーンシートを用いた積層インダクタでは、L値が低下し、クラックやターン抜けが多く好ましくない。またバインダー重合度4000以上のグリーンシートを用いると、グリーンシートが固くなり密着性が低下し、一枚一枚積み重ねて仮圧着しながら積層する際にグリーンシートが十分接着せず動いてしまいそのまま本圧着される。そのような場合にはコイル導体の囲む断面積(コア面積)が小さくなり、L値が低下するので好ましくない。従って、緩衝シートのバインダーの重合度は1300~3000の範囲内が望ましい。尚、上記の各実施例においてバインダーとしてPVAの代りにPVBを用いて同じ試験を繰り返したところ、同様の結果が得られた。

【0016】

【発明の効果】本発明の方法によれば、可撓性に富む緩衝シートによって積層・圧着の際にセラミックグリーンシートの破損が避けられ、いわゆるターン抜けを防止できる。また通常シート中に用いたバインダーと緩衝シート中に用いたバインダーとの重合度が異なるため、脱バインダー処理の際に脱バインダーが徐々に進行し、デラミネーションやクラックの少ないチップが得られる。したがって本発明の方法によって信頼性の高い積層セラミックインダクタを高い歩留りで作製することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例におけるグリーンシートの積層順序を示す分解斜視図である。

【図2】従来の方法によるグリーンシートの積層順序を示す分解斜視図である。

【符号の説明】

1: 通常のフェライトグリーンシート片(通常シート)

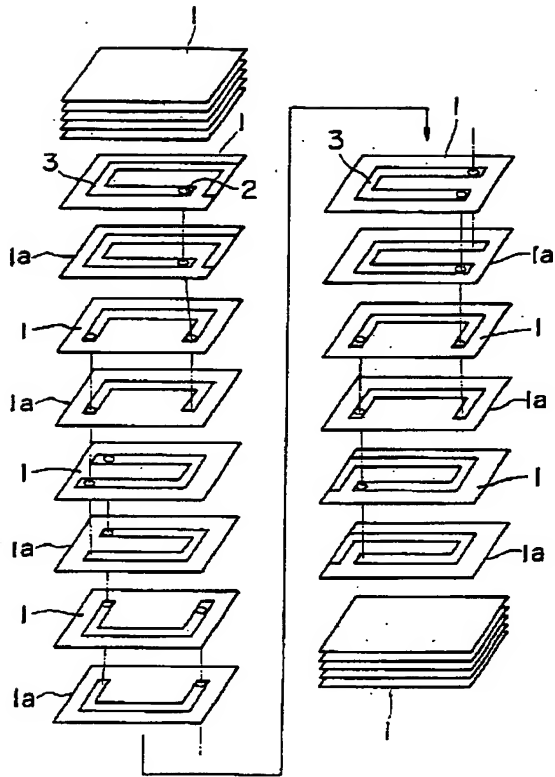
50 1a: 緩衝用フェライトグリーンシート片(緩衝シート)

(5)

ト)
2 : スルーホール

3 : コイル用パターン

【図1】



【図2】

